

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-062136

(43)Date of publication of application : 06.03.1998

(51)Int.Cl.

G01B 11/24

G01B 9/02

G12B 5/00

(21)Application number : 08-221250

(71)Applicant : NIKON CORP

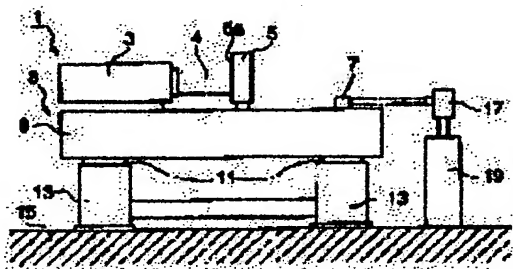
(22)Date of filing : 22.08.1996

(72)Inventor : FUKUDA YUSUKE

**(54) METHOD AND DEVICE FOR SHAPE MEASUREMENT****(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enable the adjustment of the angle of a base to the orientation of gravity as desired with keeping the positional relationship between a shape measuring device and an object to be measured by providing a gravitational orientation detecting means and angle adjusting mechanism for the base on which the object to be measured and shape measuring device are mounted.

**SOLUTION:** A vibration removing base 8, on which e.g. an interferometer 3 as a shape measuring device, an object to be measured 5, and e.g. a prism 7 as a gravitational direction detecting device are mounted, comprises legs 13, a pneumatic spring 11, surface plate 9, etc., and is provided on a floor 15. The pneumatic spring 11 may double as an angle adjusting mechanism of the surface plate 9 by adjusting the amount of air to fill. A piezo actuator e.g. may be also used as an angle adjusting mechanism. The prism 7 reflects light emitted from a theodolite 17 mounted on the base 19, and the orientation of gravity is detected from the displacement of light between emitted light and reflected light. By the above-mentioned arrangements, it is possible to set the angle of the orientation of measurement to gravity as desired and, with feedback control, it is possible to adjust automatically to a set angle.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-62136

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月6日

(51) Int.Cl. <sup>9</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 B 11/24 9/02			G 0 1 B 11/24 9/02	D
G 1 2 B 5/00			G 1 2 B 5/00	A

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平8-221250

(22) 出願日 平成8年(1996) 8月22日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 福田 裕介

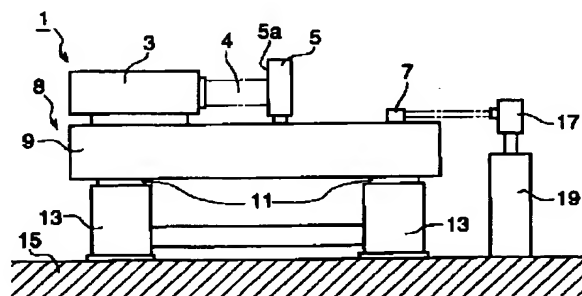
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(54) 【発明の名称】 形状測定方法及び形状測定装置

(57) 【要約】

【課題】 干渉計測定の光軸の重力に対する角度を、垂直あるいは水平、あるいは任意に設定でき、さらには該設定角度を維持するとともに容易に変更することもできる測定方法及装置を提供する。

【解決手段】 本発明の形状測定装置1は、測定対象物5及び干渉計3を載せる定盤9と、ベースの角度調節機構(空気バネ11)と、重力方向検出手段(プリズム7、セオドライト17)を備えている。干渉計3と測定対象物5の相対位置関係を保持したまま、定盤9の重力方向に対する角度を任意に調節可能である。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 干渉等の原理によって物体の形状を測定する方法であって、測定器と測定対象物の相対位置関係を保持したまま、該測定器と測定対象物の姿勢を重力方向に対して任意に調節したうえで形状測定することとを特徴とする形状測定方法。

【請求項2】 測定対象物及び形状測定器を載せるベースと、このベース上に置かれた形状測定器と、ベースの角度調節機構と、重力方向検出手段と、を備え；測定器と測定対象物の相対位置関係を保持したまま、ベースの重力方向に対する角度を任意に調節可能であることを特徴とする形状測定装置。

【請求項3】 上記重力方向検出手段により検出された重力方向を演算処理し、上記角度調節機構にフィードバックし、上記ベースを重力方向に対して常に一定の角度に維持するか、または、任意の角度に変更するためのフィードバック回路を備える請求項2記載の形状測定装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば干渉測定などの際に、測定光軸を重力に対し任意の角度に設定した測定を行うのに適した形状測定方法及び形状測定装置に関する。

**【0002】**

【従来の技術】干渉測定を例にとって説明する。干渉光を重力と垂直方向に射出し、被検面を立てて測定する場合、通常、重力による被検面の变形を避けるために、該被検面の直径に合わせたレンズやミラーの剛性（厚さ）を設定している。さらに、被検面のホルド（保持）による变形を避けるために、ホルド方法に注意を払っていた。

**【0003】**

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、变形を防止するのに必要な厚さを確保できない場合や、被検面の形状によりそのホルド方法が限られてしまう場合も多々ある。この場合、被検面の变形量はシミュレーション（有限要素法による計算）などにより予想することは可能であるが、その計算も不十分な場合がある。また、变形量をシミュレーションで予測して修正を加えたのでは、真の意味での検査とは言えない。被検面の重力による变形については、測定時における被検面の重力に対する傾きが重要であり、測定対象物の形状と厚さの関係によっては、数秒の傾きであっても、無視できない变形が生じることもある。

【0004】また、仮に、ある条件下では重力に対する角度を設定できた場合でも、一般の除振台などでは、荷重がかかったときに台が傾くため、角度に関して数秒単位の再現性が得られることは少ない。

【0005】そこで、本発明は、例えば、干渉計測定の

光軸の重力に対する角度を、垂直あるいは水平、あるいは任意に設定でき、さらには該設定角度を維持するとともに容易に変更できる測定方法及装置を提供することを目的とする。さらに、厳密に測定対象物の使用状態を再現して形状評価できる形状測定方法及び形状測定装置を提供することを目的とする。

**【0006】**

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明の形状測定方法は、干渉等の原理によって物体の形状を測定する方法であって、測定器と測定対象物の相対位置関係を保持したまま、該測定器と測定対象物の姿勢を重力方向に対して任意に調節したうえで形状測定することとを特徴とする。

【0007】また、本発明の形状測定装置は、測定対象物及び形状測定器を載せるベースと、このベース上に置かれた形状測定器と、ベースの角度調節機構と、重力方向検出手段と、を備え；測定器と測定対象物の相対位置関係を保持したまま、ベースの重力方向に対する角度を任意に調節可能であることを特徴とする。

【0008】干渉計測定の場合、例えば、除振台（ベース）の角度を調節することにより、測定器の設置場所の床の水平度に関係なく、重力に対して除振台を任意の角度に設定することが可能となる。ただし、この際、何らかの手段によって重力方向を検出する必要がある。角度の調節方法は、除振台などに備わっている空気バネの調節でも良いし、何らかの他の方法（ピエゾアクチュエータ等）を用いても良い。

【0009】重力方向の検出手段としては、セオドライト（水準器）のような建築用の機材などを用いても良い。より高精度に重力方向を検出したい場合は、水銀などの液体面からのレーザーの反射を見ても良いし、さらには、該液体面を干渉計などで測定しても良い。

【0010】しかし、前記課題でも述べたように、例えば、除振台に荷重をかけた場合、あるいは荷重が変動する場合は、荷重をかける前後（変動前後）で、初期に設定した重力に対する角度が再現されるとは限らない。その解決策として、最も簡易な方法としては、その除振台の空気バネの感度をより敏感にするということが考えられる。しかし、この場合、その除振台の固有振動数が問題となる可能性がある。そこで、除振台の重力に対する角度を、常に、あるいは適宜検出し、検出された結果を元に、装置に取り付けられた角度調節機構をフィードバック制御することにより、より確実に、任意の設定角度を常に維持することが可能となる。また、フィードバックをかけることにより、設定角度自体の変更も容易に可能となる。

**【0011】**

【実施例】以下、図面を参照しつつさらに詳しく説明する。図1は、本発明の1実施例に係る形状測定装置を示す側面図である。図1の形状測定装置1は、除振台8を

ベースとして構成してある。すなわち、除振台8上に、干渉計3と測定対象物5、及びプリズム7を載置している。干渉計3は、干渉光源であるレーザ発振器や干渉光学系や結像光学系等を内蔵している。干渉計3を出た平行光束4は、測定対象物5の被検面5aで反射して干渉計3内に戻り干渉縞を形成する。被検面5aは、基本的には光束4と直交している。プリズム7については後述する。

【0012】除振台8は、脚13、空気バネ11、及び定盤9等から構成されており、硬い安定した床15上に設置されている。空気バネ11は脚13上に載置されており、定盤9を支持している。空気バネ11は、定盤9の角度調節機構を兼ねる。空気バネ11の中に充填する空気の量を調節することによって、定盤9の角度を10秒オーダーで調節することができる。定盤9は、剛性が高く、厚い板状体である。

【0013】定盤9の上面右端にはプリズム7を載せている。このプリズム7は、その下面と反射面との直角度がきわめて良好なものである。プリズム7と対向して、セオドライト（水準器）17が設置されている。セオドライト17は、定盤9上ではなく、別の台19の上に置かれている。セオドライト17を出た光がプリズム7に当たり、反射してセオドライト17に戻り、発射光と反射光のズレを見てプリズム7載置面の水平度を検出する。図1の形状測定装置1では、プリズム7とセオドライト17が重力方向検出手段を形成している。なお、セオドライト17の検出精度は数秒オーダーと良好である。

【0014】図2は、本発明の他の実施例に係る形状測定装置（2段重ね式）の側面図である。図2の形状測定装置と図1の形状測定装置との相違点は、除振台8上に上置き定盤23とピエゾアクチュエータ式の角度調節機構25を設置している点（2段重ね式）である。ピエゾアクチュエータ25は、除振台8上に複数個置かれており、その精密な伸長・収縮により、上置き定盤23の水平に対する角度を精密にコントロールすることができる。

【0015】図3は、本発明の他の実施例に係る形状測定装置（フィードバック制御式）の側面図である。図3の形状測定装置の機械的な構成は、図2の形状測定装置と同じである。しかし、制御機構中に、フィードバック回路33が組み込まれており、重力方向検出手段（プリズム7、セオドライト17）によって検出された定盤23の重力方向に対する角度を、角度調節機構25にフィードバックし、任意に設定された角度に定盤23の角度を調節するものである。このフィードバックに関しては、常時、あるいは適宜（荷重変化時）行えるようになっている。なお、角度の自動調節は、除振台8の空気バネ25を用いても良い。

【0016】図4は、本発明の他の実施例に係る形状測定装置（液面検出式）を示す側面図である。図4の形状

測定装置と図3の形状測定装置の相違点は、重力方向検出手段が液体面を基準とする方式であることである。すなわち、上置き定盤23の上面の右端部には、容器51に入った水銀等の液体49が置かれている。この液体表面49aを、地球重力に直交する基準面としている。

【0017】重力方向を検出する際は、干渉計3と測定対象物5との間のスイングミラー43を下げて（実線の位置）干渉光束4を上曲げ（光束4'）、ミラー45、47により180°配向して液体表面49aで反射させ、再びミラー47、45、43により干渉計3に戻して干渉縞を形成している。液体表面49aは、上置き定盤23上面の傾斜に関係なく地球重力の直交方向に倣う。したがって、上置き定盤23の水平度が変化すると、干渉光束4'に対する液体表面49aの角度が変化するので、これを検知できる。

【0018】図5は、本発明の他の実施例に係る形状測定装置（測定対象物基準型）を示す側面図である。図5の形状測定装置の図2の形状測定装置に対する相違点は、重力方向検出手段の1部として測定対象物自身を用いる点である。すなわち、測定対象物の球面レンズ5'の背面5bを重力方向の基準面としている。なお、ここで干渉計3の先には、球面参照面3bを有するフィゾーレンズ3aが取り付けられており、参照面3bと球面レンズ5'の球面被検面5aとが干渉する。

【0019】被検面5aの裏面5bが平面である場合、該裏面5bを直接セオドライト17などで測定することにより、被検物5'の重力方向に対する角度を、装置の構成部品による誤差を無視して調節できる。ただし、その被検物の偏心が誤差として残るが、別方法にてその偏心を測定しておき、その方向と角度をフィードバックすることにより対応できる。

【0020】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、干渉計測定などにおいて、測定光軸方向と重力方向との角度関係を任意に設定し、その角度を容易に維持、変更することが可能となる。また、本測定方法並びに装置を用いることにより、液体面の干渉計測定も可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の1実施例に係る形状測定装置を示す側面図である。

【図2】本発明の他の実施例に係る形状測定装置（2段重ね式）の側面図である。

【図3】本発明の他の実施例に係る形状測定装置（フィードバック制御式）の側面図である。

【図4】本発明の他の実施例に係る形状測定装置（液面基準式）を示す側面図である。

【図5】本発明の他の実施例に係る形状測定装置（測定対象物基準式）を示す側面図である。

【符号の説明】

1 形状測定装置

3 干渉計

3a フィゾーレンズ

4 光束

5a 被検面

7 プリズム

9 定盤

13 脚

17 セオドライト

21 形状測定装置

3b 参照面

5 測定対象物

5b 裏面

8 除振台

11 空気バネ

15 床

19 台

23 上置き定盤

25 精密ピエゾアクチュエータ (角度調節機構)

31 形状測定装置

41 形状測定装置

45 ミラー

49 液体 (水銀)

33 フィードバ

ック回路

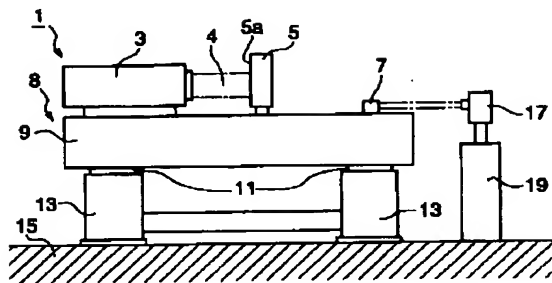
43 スィングミ

ラー

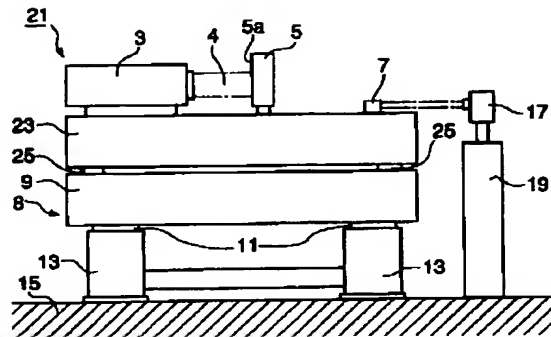
47 ミラー

49a 表面

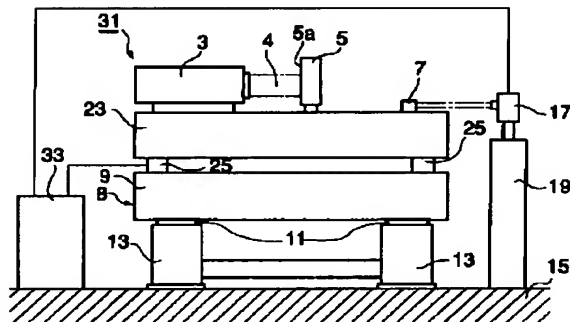
【図1】



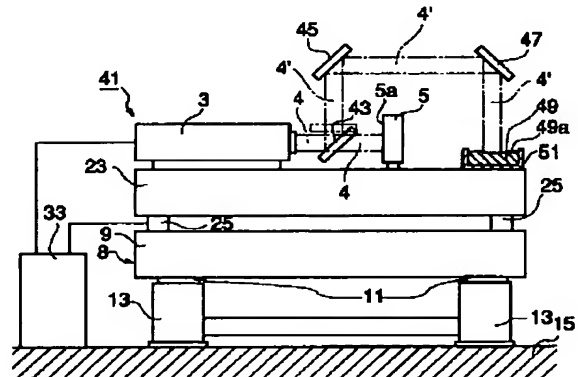
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

